Les mathématiques en Ses : outil ou obstacle ?

Christine Dollo

Article paru dans DEES (Documents pour l'Enseignement Economique et Social), n° 124, juin 2001

Ce texte est le texte d'une conférence prononcée le mercredi 13 décembre 2000 à 17 heures, devant des professeurs de mathématiques (et quelques professeurs de sciences économiques et sociales) dans le cadre d'un cycle de conférences organisé par Yves Chevallard, concernant les mathématiques et les TPE.

Il a été légèrement adapté pour répondre davantage aux attentes d'un lectorat composé quasi-exclusivement de professeurs de sciences économiques et sociales.

Avant-propos

Les élèves entrant en série ES ont souvent eu avec les mathématiques des rapports incertains. Pourtant l'étude des SES peut les faire revenir, par d'autres voies, vers les mathématiques. De ce point de vue déjà, les TPE apparaissent comme riches de possibilités.

Il est précisé dans la brochure de la DESCO relative aux TPE (juin 2000), au moins deux éléments qui peuvent ici éclairer notre propos :

- d'une part, les travaux personnels encadrés ont une vocation pluridisciplinaire, au sens où « ils doivent croiser au moins deux disciplines ». Et ces travaux doivent être étroitement articulés aux programmes des disciplines en question.
- Il est indispensable que les professeurs soient informés des contenus et des stratégies de chacune des disciplines qui participent aux TPE.

Ces deux éléments montrent qu'en matière de TPE, il semble nécessaire que les professeurs disposent d'une bonne connaissance des débats concernant l'articulation des savoirs tirés de différentes disciplines. Or, il se trouve qu'il existe justement, à l'heure actuelle, de vifs débats sur les rapports entre les mathématiques et la science économique.

La discipline scolaire SES se réfère à au moins deux disciplines universitaires, la science économique, et la sociologie (sans exclure la science politique, par exemple). Compte tenu de l'actualité, on se centrera ici sur l'exemple de la science économique dans l'introduction, mais il existe aussi des débats sur l'usage des mathématiques en sociologie[1].

Notre propos sera donc ici d'introduire les relations entre mathématiques et sciences économiques et sociales à partir de l'actualité récente sur la mathématisation à outrance de l'économie, puis de présenter les sciences économiques et sociales au lycée, l'appréhension qu'ont les élèves de la série ES (mais aussi certains professeurs) vis à vis des mathématiques, et l'utilité de l'outil mathématique pour les sciences économiques et sociales, en terminant donc par l'apport possible des TPE dans cette optique de rapprochement disciplinaire entre les mathématiques et les sciences économiques et sociales.

---

[1] Sur les débats à propos de la sociologie. La question qui se pose est la même que pour la science économique : la sociologie doit-elle privilégier une approche interprétative et qualitative (interactionnnisme, ethnométhodologie), ou bien une approche quantitative (tradition durkheimienne) ? L'école de Lazarsfeld , aux USA ne faisait que de la sociologie quantitative, avec des grandes enquêtes, de gros échantillons : leurs détracteurs avaient utilisé la formule de « quantophrénie » pour qualifier leur approche. Chez Armand Colin, on trouve un dictionnaire des méthodes quantitatives en sciences économiques et sociales et un dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales : dans ce dernier, figure un index des noms des grands auteurs classiques des sciences humaines et sociales : ni Durkheim, ni Lazarsfeld ne sont cités …

Introduction : débat actuel sur la mathématisation des sciences économiques dans les facs de sciences économiques

« Il y a une solide tradition à Cambridge, qui remonte à Marshall, pour penser qu'un économiste bien élevé cache ses mathématiques soigneusement , comme les femmes de l'époque cachaient leurs chevilles »[2]

Ce sujet du rapport entre les mathématiques et les sciences économiques et sociales semble tout à fait d'actualité, car il existe un vaste débat actuellement en ce qui concerne l'enseignement des sciences économiques (à l'Université) et le rôle que doivent jouer les mathématiques dans cet enseignement.

Le Monde daté du 31 octobre 2000 publiait en effet un article de Yves Mamou, intitulé « L'économie s'est- elle dissoute dans les mathématiques ? ».

Tout a « commencé » par un appel lancé par les étudiants de première année d'économie de l'Ecole normale supérieure de la rue d'Ulm, la majorité de ceux de Cachan, et plusieurs centaines d'autres étudiants de grandes écoles et d'université parisiennes. Cet appel a largement été diffusé par la presse (Le Monde, Libération, L'Humanité, …). Fin mai 2000, ces étudiants lancent donc une « lettre ouverte », dans laquelle trois points sont mis en avant concernant l'enseignement de l'économie :

- cet enseignement est en décalage « par rapport aux réalités concrètes », ce que les étudiants traduisent en demandant que l'on sorte des « mondes imaginaires ».
- cet enseignement fait parfois appel à un « usage incontrôlé des mathématiques » : « le recours à la formalisation mathématique, lorsqu'elle n'est plus un instrument mais devient une fin en soi, conduit à une véritable schizophrénie par rapport au monde réel.
- Cet enseignement est dogmatique, et les étudiants se prononcent pour « un pluralisme des approches en économie » : « parmi toutes les approches en présence, on ne nous en présente généralement qu'une seule, et elle est censée tout expliquer selon une démarche purement axiomatique, comme s'il s'agissait de LA vérité économique ».

Suite à cette lettre ouverte, un certain nombre d'enseignants ont appuyé l'initiative des étudiants en signant à leur tour une motion proposée par B. Paulré[3], motion répondant à un triple besoin : « *il s'agit de rappeler, d'abord, que les enseignants de sciences économiques ne constituent pas un ensemble homogène. Alors que les étudiants dénoncent la domination du paradigme néo-classique, il convient en effet de ne pas oublier qu'un certain nombre d'enseignants consacrent leurs recherches à des approches « hétérodoxes ». L'autre objectif poursuivi est évidemment de manifester la solidarité des enseignants qui accepteraient de signer cette motion de soutien avec les étudiants (…) Le dernier objectif est de réclamer l'ouverture d'un débat sur l'enseignement des sciences économiques dans le supérieur, débat, pouvant prendre la formes d'assises nationales* »[4].

Les critiques formulées par les étudiants rejoignent dans une assez large mesure celles qui avaient été émises par M. Vernières. Il est en effet l'auteur d'une « note d'étape » commandée par le Ministère sur l'enseignement de l'économie. Cet enseignant de Paris I

---

[2] J. Waelbroeck, *correspondance personnelle*, 1983, cité par B. Walliser et C. Prou : *La Science Economique*, Paris, Seuil, Avril 1988, p. 75

[3] Professeur de Sciences Economiques, Université de Paris I Panthéon Sorbonne, directeur de l'école doctorale

[4] PAULRE B. – Quelles formations pour quels économistes ?, *US Magazine*, N° 530, octobre 2000.

estimait en décembre 1999, qu'il devenait « *opportun de poser la question des excès de la formalisation, dans l'enseignement et la recherche, lorsqu'il y a, ce qui est manifestement le cas, une dérive instrumentaliste* ».

Pour C. Chavagneux, « *les étudiants demandent d'acquérir des connaissances en histoire économique et sociale, de connaître l'ensemble des grands auteurs en économie et de faire le lien entre les outils, dont ils apprennent la maîtrise, et les question économiques du moment. N'est-ce pas ce qu'ils devraient déjà faire ?* »[5]

Le Ministre de l'Education nationale, Jack Lang a semblé sensible aux préoccupations des étudiants puisqu'il a confié à Jean Paul Fitoussi, en octobre dernier, une mission de réflexion sur l'enseignement de l'économie.

Pour autant, ce débat, s'il resurgit aujourd'hui sur la scène économique est un débat plus ancien. Le rôle des mathématiques dans la compréhension des phénomènes économiques s'est accru de façon importante depuis la fin de la seconde guerre mondiale. B. Walliser et C. Prou font ainsi remarquer que, « *à la suite de la théorie des jeux (Von Neuman – Morgenstern, 1944) et sous l'impulsion notamment de G. Debreu (1960), la formalisation est devenue systématique et a permis à l'économie de se démarquer du discours commun* »[6].

Pour R. GUESNERIE[7], « *L'imprégnation mathématique de la culture économique est vraisemblablement un fait irréversible. Les formes qu'elle prendra dans l'avenir (...) restent à tout le moins très ouvertes* ».

Les débats qu'on a au lycée sur les rapports entre mathématiques et sciences économiques et sociales ne sont donc pas propres au lycée et ont une portée beaucoup plus générale …

1. SES et Mathématiques : des profs et des outils …

Les élèves entrant en série ES ont souvent eu avec les mathématiques des rapports incertains. Pour contribuer à résoudre ce problème, il faut que leurs professeurs de SES aient une formation qui leur donne les moyens de montrer aux élèves la pertinence d'une utilisation des outils mathématiques pour la compréhension d'un certain nombre de réalités économiques et sociales…

On constate en effet que, souvent, les élèves venant dans la série ES se sont orientés dans cette série par défaut. Ce n'est pas toujours un choix, notamment pour les élèves qui sont (trop) moyens en mathématiques en classe de seconde.

De la même façon, un certain nombre de bons élèves sont gentiment « incités » à s'orienter vers la série S, puisque, de toutes façons, c'est une série qui leur ouvrira la quasi-totalité des débouchés possibles pour l'enseignement supérieur.

Ce type d'orientation (sans vouloir porter de jugement de valeur), souvent par défaut, des élèves qui vont finalement suivre la série ES, a bien sûr des répercussions sur l'enseignement, à la fois des mathématiques et des sciences économiques et sociales.

En mathématiques, les élèves sont parfois en difficultés, même en série ES. En outre, quand ils s'orientent vers la série ES, même si c'est un choix d'ailleurs, ils ont souvent des représentations des sciences économiques et sociales qui laissent peu de place à la formalisation mathématique. Les élèves pensent, finalement assez souvent, que les sciences économiques et sociales relèvent davantage des disciplines « littéraires » que des disciplines

---

[5] CHAVAGNEUX C. – Ca bouge (un peu), *Alternatives Economiques*, N° 187, décembre 2000, p. 34

[6] WALLISER B. et PROU C. (1988) – *La Science Economique*, Paris, Seuil, p. 76.

[7] GUESNERIE R. – La modélisation en économie théorique : évolution et problèmes, in AUTUME (D') A. et CARTELIER J. (Eds.) – *L'Economie devient-elle une science dure* ?, Paris, Economica, 92 – 98

« scientifiques »: des élèves ont un jour interpellé gentiment un professeur stagiaire qui leur expliquait un mécanisme économique à l'aide d'outils mathématiques : « monsieur, monsieur, on se croirait au cours de sciences physiques, là, pas en SES … ». Ils ont parfois même des réactions de rejet vis à vis des outils mathématiques, sur le mode finalement : « on a choisi cette série pour ne pas être "enquiquinés" par les maths »…

Pour toutes ces raisons, et si l'on pense que les outils mathématiques sont utiles voire nécessaires à l'enseignement des SES, il faut donc des professeurs formés à l'utilisation de cet outil dans leur enseignement. Est-ce le cas ? De plus en plus …La formation mathématique des professeurs de Sciences économiques et sociales s'accroît en effet, malgré la diversité de leur formation initiale.

1.1. SES : quelle formation aux mathématiques pour les enseignants ?

1.1.1. Une épreuve de « mathématiques appliquées aux sciences économiques et sociales » au CAPES de SES

Le CAPES de sciences économiques et sociales se compose de deux épreuves écrites et de trois épreuves orales :

Les épreuves écrites sont constituées de deux dissertations de quatre heures, une de Sciences Economiques, et une de Sciences Sociales, de coefficient 2 chacune.

Les épreuves orales se composent de :

- une épreuve de « leçon » portant sur l'ensemble du programme : le sujet peut être un sujet de sciences économiques, un sujet de sciences sociales ou un sujet « mixte » (coefficient 3).
- une épreuve sur dossier, à composante plus pédagogique (coefficient 2)
- une épreuve de mathématiques (coefficient 1)

Pour l'épreuve de mathématiques, les candidats tirent un sujet composé de deux exercices. De plus en plus ces sujets sont des sujets de mathématiques appliquées aux sciences économiques et sociales, ou en tous cas l'un des deux doit obligatoirement l'être (ce n'est pas une règle écrite pour les membres des jurys, mais c'est un règle tacite qui est appliquée, par tradition). Ils ont une heure pour préparer ces sujets, en salle, avec une calculatrice et divers tables et papiers fonctionnels à leur disposition (papier semi-log, log-log, papier millimétré, gaussien, tables de probabilités…).

Ils doivent présenter leurs sujets en vingt minutes, dix minutes étant ensuite réservées à des questions complémentaires, destinées à explorer d'autres thèmes au programme par de petits exercices courts et rapides.

Les membres du jury sont des professeurs de mathématiques (du secondaire en général, mais aussi de plus en plus, des professeurs de sciences économiques et sociales ayant reçu une double formation ou ayant déjà enseigné les mathématiques appliquées).

1.1.2. Programme de l'épreuve de mathématiques au CAPES de SES (principaux titres)

Sciences économiques et sociales
Programme de mathématiques

A l'occasion de chaque chapitre du programme, on s'attachera à traiter des problèmes tirés du domaine économique, avec comme objectif

- amener le candidat à dégager d'un problème concret le modèle mathématique
- habituer le candidat à l'utilisation de concepts et de techniques mathématiques

- amener le candidat à réfléchir sur la validité des solutions

Nous supposons connues les notions d'ensemble, d'inclusion, d'intersection et de réunion de plusieurs sous-ensembles, d'application injective, surjective ou bijective.

I. Algèbre élémentaire

1. Combinaisons
2. Propriétés algébriques de R

II. Algèbre linéaire

1. Systèmes d'équations linéaires à coefficients numériques
2. Calcul matriciel et vectoriel

Application : Comptabilité Nationale

III. Analyse

1. Relation d'ordre total dans R
2. Suites numériques

Applications : a) Intérêts simples, intérêts composés. Application aux phénomènes de croissance. Emprunts : annuités, amortissements, choix d'investissement

b) Problèmes monétaires : taux de change, taux d'inflation.

3. Fonctions réelles d'une variable réelle

Applications : a) Problèmes de fiscalité, problèmes simples de macroéconomie

b) Problèmes de maximisation sous contrainte, élasticité

c) Fonction de coût total, moyen marginal, recherche d'un prix d'équilibre avec ou sans taxe, avec ou sans subvention

d) Calculs d'aire, surplus (du consommateur et du producteur), densité d'une probabilité.

IV. Statistiques

1. Présentation des données numériques
2. Analyse statistique élémentaire d'une variable

Applications : indices

3. Analyse statistique élémentaire de deux variables

Applications : séries chronologiques

V. Probabilités

1. Espaces probabilisés
2. Variables aléatoires réelles
   a) Variables aléatoires discrètes
   b) Variables aléatoires à densité

1.1.3. Une épreuve de mieux en mieux « réussie » par les candidats au concours

Une moyenne en hausse :

ANNEE	MOYENNE DES NOTES	ECART-TYPE
1994	9,80	5,09
1995	9,74	5,3
1996	9,77	5,14
1997	10,22	4,84
1998	10,49	5,12
1999	11,07	5,33

Dispersion des notes : de moins en moins de très mauvaises notes

ANNEE	% notes ≤ 4	% notes ≥ 14	% notes comprises entre 5 et 13
1994	20,3	27,2	52,5
1995	19,3	25,48	55,21
1996	17,16	27,51	55,33
1997	15,8	31	53,2
1998	12,3	21,5	66,2
1999	15*	24*	61*

* Chiffres calculés différemment que les autres : les étudiants passant le CAFEP ont été pris en compte ici, alors que pour les années précédentes nous disposons de chiffres séparés pour le CAPES et le CAFEP…

Bien sûr, il y a toujours des étudiants faibles, voire même des candidats un peu provocateurs, expliquant que de toutes façons, avec la « liberté pédagogique », ils n'utiliseront pas les outils mathématiques et/ou statistiques dans leur enseignement[8] … Mais cela est très marginal.

D'une manière générale, le nombre de candidats ayant de très mauvaises notes diminue donc fortement. Et ce n'est pas uniquement dû à la baisse des postes et au fait que les candidats qui passeraient le « cap de l'oral » seraient ainsi meilleurs en mathématiques. Bien sûr quand il n'y a plus que 50 postes au niveau national (comme c'était le cas au concours 2000), les admissibles sont recrutés avec des notes d'écrit plus élevées que lorsqu'il y a 250 postes. Mais cela ne signifie pas que les candidats soient pour autant meilleurs en mathématiques. Les candidats proviennent en effet de formations initiales de plus en plus diversifiées (de plus en plus de candidats ayant fait Sciences Po par exemple), ne viennent donc pas exclusivement de la filière Sciences Economiques (qui perd d'ailleurs des étudiants chaque année pour des raisons évoquées en partie dans l'introduction[9]), et n'ont pas forcément un bon niveau en mathématiques au départ.

Par contre, ce qui est vrai, c'est que les étudiants arrivent au concours avec un meilleur niveau général pour l'ensemble des épreuves, et sont mieux préparés aux épreuves orales.

Cela tient à trois facteurs :

- lorsqu'il y a peu de postes, tous les points comptent, y compris ceux des matières à faible coefficient (comme les mathématiques) : il est devenu extrêmement difficile aujourd'hui d'avoir le CAPES avec une note inférieure à 4 en maths. Les candidats le savent et travaillent davantage.
- Par ailleurs, la part des candidats hors IUFM qui sont admis au concours décroît également. Or, dans la plupart des IUFM aujourd'hui, il y a des cours de maths et des entraînements à l'épreuve orale de maths appliquées, qui font travailler cette épreuve aux étudiants dès la rentrée, et pas seulement à la publication des résultats de l'écrit[10].

[8] Un candidat du Capes ayant tiré un sujet de programmation linéaire, a ainsi invoqué la liberté pédagogique pour « supprimer » quelques contraintes…

[9] D'après le ministère de l'Education nationale, on est passé de 67 622 étudiants inscrits en Sciences Economiques à l'Université en 1994 – 1995 à 54 163 en 1999 – 2000.

[10] C'est le cas à l'IUFM d'Aix-Marseille où j'assure deux heures de cours de maths sur 22 semaines avant l'écrit, et environ 35 heures de préparation à l'oral à partir du mois d'avril, avec des entraînements de quatre heures par semaine dans les conditions du concours.

- Enfin, la diffusion d'ouvrages spécialement conçus pour des épreuves de mathématiques appliquées aux sciences économiques et sociales tend à se développer, ce qui facilite encore le travail des étudiants[11].

Ces étudiants, meilleurs en mathématiques, deviennent des enseignants de sciences économiques et sociales qui ont ainsi moins d'appréhension devant la manipulation des outils mathématiques. Et, comme ils maîtrisent mieux les outils, ils en maîtrisent également mieux leur exposition et la justification de leur utilisation devant des élèves.

1.2. Quels outils mathématiques dans les programmes de sciences économiques et sociales ?

1.2.1. Quels référentiels ?

- **L'utilisation de savoir-faire quantitatifs : une nécessité affirmée dès la naissance de la discipline**

Dès l'origine de la discipline, dans les premières instructions officielles[12], on trouve l'idée selon laquelle « *la classe de seconde doit apporter les premiers éléments de mesure des faits économiques et sociaux et de leur représentation graphique.*

a) ***Sources*** *: il n'est guère possible d'initier les élèves aux multiples sources de statistiques. Il est bon toutefois de leur expliquer brièvement la valeur de certaines d'entre elles, qui seront utilisées à plusieurs reprises (recensement de la population, par exemple), de leur apprendre à distinguer les recensements portant sur l'ensemble d'une population et les enquêtes par sondage, limitées à un échantillon.*

b) ***Traitement élémentaire des statistiques*** *: il est souhaitable d'entraîner les élèves à quelques calculs très élémentaires, qui, à la fin de l'année de seconde, ne devraient plus leur poser de problème :*

- *conversion des nombres absolus en indices et pourcentages (en montrant évidemment l'intérêt de cette conversion)*
- *calcul de taux (démographie, taux par habitant ou par travailleur)*
- *étude d'une distribution (moyenne, médiane, mode, écart-type)*
- *calculs très simples de projection (démographie, besoins)*

c) ***Représentation graphique*** *:*

- *graphiques simples (bâtonnets, rectangles ou triangles, cercles, pyramide d'âge) ;*
- *courbes d'évolution (procédés de généralisation graphique) ;*
- *graphiques de distribution d'un phénomène et courbes de fréquence ;*
- *graphiques de corrélation.*

Il peut être utile d'enseigner, dès cette classe, la pratique des échelles logarithmiques. »

Cette pratique consistant à expliciter ces outils dans les programmes et les IO va ensuite plus ou moins disparaître. Mais, dans de nombreuses académies, un travail important est réalisé à l'initiative de l'inspection et de groupes d'enseignants pour que des documents relatifs à l'usage des outils statistiques en SES soient élaborés et diffusés à l'ensemble des professeurs de SES. En outre, dans tous les manuels de SES, on trouve des fiches-outils, des fiches méthodologiques concernant l'enseignement de ces instruments.

- **Apparition de « référentiels » dans les programmes à partir de 1998[13]**

---

[11] Par exemple, un ouvrage rédigé avec mon collègue professeur de mathématiques, vice-président du CAPES pour l'épreuve de mathématiques, de 1993 à 1996 : DOLLO C. et LUISET. B. -- *Sciences Economiques : des concepts aux outils mathématiques*, Hachette, Coll. HU, septembre 1998 (d'autres exemples donnés en bibliographie)

[12] *Instructions relatives à l'enseignement des faits économiques et sociaux, classes de seconde et de première*, Circulaire N° IV 67 – 416 du 12 octobre 1967.

Ces référentiels vont réapparaître, à partir de 1998, dans le programme « toiletté » de terminale ES[14].

Savoir-faire applicables à des données quantitatives, exigibles à l'épreuve de sciences économiques et sociales du baccalauréat de la série ES

Préalables

1 - La maîtrise de ces savoir-faire implique à la fois calcul et lecture (c'est-à-dire interprétation) des résultats.

2 - Les calculs ne sont jamais demandés pour eux-mêmes : ils ont pour fonction de prouver, à l'occasion de l'exploitation du dossier documentaire servant de support à l'épreuve, l'acquisition d'une compétence plus générale.

3 - Ces calculs, toujours simples, sont appliqués à des données réelles fournies dans le dossier.

Savoir-faire

(Le niveau de correspondance avec les programmes de mathématiques est indiqué en italique).

- Indices,

- calculs de proportions et pourcentages de répartition (toutes les classes à partir de la sixième) (notamment pour transformer une table de mobilité en table de destinée et table de recrutement).

- Moyenne arithmétique simple (à partir de la classe de quatrième) et pondérée, médiane (à partir de la classe de troisième).

- Lecture de représentations graphiques : histogrammes, diagrammes de répartition (toutes les classes à partir de la sixième), représentations de séries chronologiques y compris le graphique semi-logarithmique (en terminale ES).

- Ecarts inter-quantiles (à partir de la classe de seconde).

- Lecture de tableaux à double entrée, éventuellement avec subdivisions (à partir de la classe de première ES).

- Lecture de courbes de Lorenz.

- Variation absolue et variation relative (en terminale ES).

- Taux de variation ou de croissance (en classe de première ES).

- Taux de croissance annuel moyen à partir d'un taux de croissance pluriannuel ou d'une série de croissances annuelles (en terminale ES).

- Coefficient multiplicateur (à partir de la classe de cinquième).

- Evolutions en volume, évolutions en valeur (en terminale ES).

- Notion d'élasticité comme rapport d'accroissements relatifs (en terminale ES).

- Coût marginal, productivité marginale, propension marginale. Ces notions pourront être reliées à la notion mathématique de dérivée, sans que ce lien puisse donner lieu à une évaluation au baccalauréat (en terminale ES).

La mise en place des nouveaux programmes, à partir de la rentrée 2000 sont l'occasion d'une systématisation de cette pratique. Ainsi, dans le programme de seconde[15], applicable à compter de l'année scolaire 2000 – 2001, on retrouve, à la fin des Indications Complémentaires fournies avec le programme, une liste des « savoir-faire applicables à des données quantitatives » *: « L'enseignement des sciences économiques et sociales en classe de seconde devrait être l'occasion de maîtriser les savoir-faire suivants, ce qui implique à la fois calcul et lecture (c'est-à-dire interprétation) des résultats. Les calculs ne sont jamais demandés pour eux-mêmes, mais pour exploiter des documents statistiques travaillés en classe.*

- *Calculs de proportion et de pourcentages de répartition ;*
- *Moyenne arithmétique, simple et pondérée, médiane ;*

---

[13] Et même dès 1995 dans un document « à part » accompagnant le programme de terminale…

[14] En 1998 est mis en place un programme dit « toiletté » par rapport au précédent. Il a été publié par arrêté du 15/07/98, et est paru au Bulletin Officiel N°33 du10/09/98. Il est question de programme « toiletté » et non pas de « nouveau » programme car les textes imposent normalement un délai de 14 mois entre la date de publication officielle d'un programme et sa mise en application. Or, là, le programme a été publié le jour de sa mise en application : il a donc été présenté comme un allégement de l'ancien programme, sans bouleversements majeurs.

[15] Programme paru au BO HS N°6 du 31 août 2000.

- *Lecture de représentations graphiques : diagrammes de répartition, représentation des séries chronologiques ;*
- *Mesures de variation : coefficient multiplicateur, taux de variation, indice simple ;*
- *Lecture de tableaux à double entrée ;*
- *Evolution en valeur/en volume. »*

De la même façon, on trouve dans le nouveau programme[16] de la classe de première ES, qui sera applicable à compter de l'année scolaire 2001-2002, à la fin des Indications complémentaires, là encore, le même type de liste des « savoir-faire applicables à des données quantitatives » : *« L'enseignement des sciences économiques et sociales en classe de première devrait être l'occasion de maîtriser les savoir-faire suivants, ce qui implique à la fois calcul et lecture (c'est-à-dire interprétation) des résultats. Les calculs ne sont jamais demandés pour eux-mêmes, mais pour exploiter des documents statistiques travaillés en classe.*

- *Calculs de proportion et de pourcentages de répartition ;*
- *Moyenne arithmétique, simple et pondérée, médiane ;*
- *Lecture de représentations graphiques : diagrammes de répartition, représentation des séries chronologiques ;*
- *Mesures de variation : coefficient multiplicateur, taux de variation, indice simple ;*
- *Lecture de tableaux à double entrée ;*
- *Evolution en valeur/en volume*
- *Notion d'élasticité comme rapport d'accroissement relatif*
- *Coût moyen, coût marginal (résolution graphique ;*
- *Disparité, écarts inter-quartiles. »*

1.2.2. L'articulation programmes de SES / outils mathématiques : l'exemple de la classe de première ES.

- Une récurrence : la connaissance de l'information chiffrée

On trouve là un point commun entre les programmes de mathématiques et de sciences économiques et sociales.

Dans les deux cas en effet, on insiste dans les instructions officielles sur la nécessité de maîtriser les outils permettant de faciliter l'accès à l'information chiffrée.

Dans le document complémentaire à l'usage des professeurs accompagnant le programme de SES de la classe de première ES, on trouve en effet :

« Les savoir-faire, dont l'enseignement des SES en première fournira l'occasion, sont divers, mais peuvent être regroupés dans deux directions principales :

- *la collecte, le traitement et l'analyse de l'information économique et sociale*
- *la production de synthèses, commentaires …. Dans le cadre de l'écrit comme de l'oral »*[17].

De même dans « l'exposé des motifs » précédant la présentation du programme de mathématiques appliquées à l'économie et aux sciences sociales de la classe de première, on trouve l'idée selon laquelle le programme doit s'appuyer, notamment, sur le traitement de l'information chiffrée.

« *Travailler l'information chiffrée permet :*

- *de former l'esprit critique, de développer l'initiative, la curiosité et la capacité d'argumenter ;*
- *de faciliter l'accès aux documents rencontrés dans les autres disciplines ;*

[16] Programme paru au BO HS N° 7, du 31 août 2000

[17] Document complémentaire à l'usage des professeurs. Programme de SES de la classe de première ES

- *de redonner goût aux mathématiques à certains élèves, en particulier aux élèves rebutés par des mathématiques dont ils n'ont pas perçus la signification et qui ne sont pour eux qu'un ensemble de règles à appliquer ;*
- *d'étendre le champ de la rigueur en faisant prendre conscience aux élèves que celle-ci n'est pas limitée aux seules écritures mathématiques. Travailler la rigueur d'une formulation d'après l'observation de données numériques est aussi une façon de développer la capacité de raisonner, de chercher, d'analyser une situation. »*[18]

Cette information chiffrée est présente dans quasiment tous les thèmes du programme de SES.

On peut donner quelques exemples concernant la classe de première ES puisque c'est le niveau auquel sont expérimentés les TPE cette année :

- **Comptabilité Nationale** : dans ce thème, on est amené à présenter aux élèves des séries concernant les grands agrégats des comptes nationaux : PIB, répartition de la valeur ajoutée brute des entreprises…
- **Financement de l'économie** : dans une première approche du thème de la monnaie, on pourra être amené à introduire la notion d'inflation (même si cette notion ne figure pas explicitement dans la colonne des « Notions que les élèves doivent acquérir »). Cette notion débouche sur la question de la mesure de l'inflation et donc sur l'indicateur : indice des prix. On sera ainsi amené à réfléchir avec les élèves à la question de la construction d'un indice synthétique des prix à la consommation, (de type indice de Laspeyres). On pourra également distinguer calcul en glissement et calcul en moyenne du taux d'inflation annuel[19]…
- **Culture et société** : tout un travail peut être fait sur la question de l'uniformisation culturelle (et de sa relativisation). On peut ainsi travailler avec les élèves sur des statistiques donnant la répartition par poste des dépenses des ménages pour la culture ou les loisirs (part des spectacles, de la presse ou de l'achat de « biens culturels » dans les dépenses culturelles totales), ou encore sur les coefficients budgétaires « culture » propres à chaque PCS… Ou travailler sur des documents mettant en évidence la diversité des pratiques culturelles selon le sexe, l'âge, la PCS … : il existe par exemple des tableaux donnant cette répartition pour les genres musicaux écoutés par catégories de population[20] .
- **Contrôle social**[21] : ce thème peut être l'occasion de donner des outils aux élèves pour différencier notamment les notions de déviance, délinquance, criminalité. On peut ainsi travailler sur des données relatives à l'évolution de la déviance ou de la criminalité en France. On peut se demander qui sont les délinquants, à partir notamment des statistiques produits par le ministère de la Justice : caractéristiques sociales, âge, sexe…
- **Opinion publique et communication de masse** : ce thème est bien entendu l'occasion de donner aux élèves des éléments de connaissance et de compréhension de la mesure de l'opinion. : qu'est-ce qu'un sondage ? Quelles sont les méthodes de choix d'un échantillon ? Des notions de probabilités pourront ainsi être introduites. Ou plus

---

[18] Programme de mathématiques appliquées à l'économie et aux sciences sociales, défini par le B.O. hors-série du 24 septembre 1992, tome II et par le B.O. hors-série n° 4 du 12 juin 1997

[19] Le calcul en glissement compare l'indice des prix du mois de décembre des deux années. Le calcul en moyenne compare la moyenne annuelle de l'indice (moyenne arithmétique simple des douze indices de l'année) des deux années considérées.

[20] DONNAT O. (1990) – *Les pratiques culturelles des Français*, Paris, La découverte – La Documentation française

[21] Pour J. D. REYNAUD, le contrôle social désigne « *cette part de l'activité de la société qui consiste à assurer le maintien des règles […], que ce soit par le moyen des appareils institutionnels ou par la pression diffuse qu'exerce la réprobation ou les sanctions spontanées qu'elle provoque* », in *Les règles du jeu*, Paris, Armand Colin, 1997.

exactement, on pourra montrer aux élèves, comment utiliser ou remobiliser leurs connaissances en probabilités pour les appliquer à un sujet d'étude de sciences sociales.

- **Des outils davantage liés à l'analyse des fonctions**

- Le thème du marché du programme de la classe de première ES amène à introduire davantage de formalisation auprès des élèves. La présentation par exemple de la théorie néoclassique du marché, de ses hypothèses et de son fonctionnement nécessite une première approche d'outils mathématiques liés à l'étude des fonctions. Lorsqu'on va introduire par exemple, l'idée de raisonnement « à la marge », on va progressivement introduire l'idée de dérivée. Plus exactement, on peut, dès la classe de première, montrer aux élèves qu'un outil telle que la notion de dérivée, permet d'appréhender le calcul à la marge. Pour calculer un coût marginal par exemple, on pourra partir d'exemples chiffrés, de tableaux présentant le coût par unité produite, pour un certain nombre d'unités. La représentation graphique de ce coût marginal pourra permettre de montrer comment la notion de dérivée permet d'appréhender le calcul à la marge pour des variations infinitésimales de la quantité produite.

- De même, dans le cadre du thème consacré aux politiques économiques, on peut être amené à présenter aux élèves les principes des politiques conjoncturelles keynésiennes, en partant du fameux « schéma à 45° keynésien » (schéma de Hansen). On peut ainsi être amené à rentrer dans la formalisation du modèle keynésien simple, à partir notamment d'une présentation de la fonction de consommation keynésienne et d'une représentation graphique. On peut également introduire l'idée de multiplicateur keynésien d'investissement et en faire un petite démonstration graphique, même si c'est plutôt dans le cadre du programme de terminale ES que cet aspect-là sera développé.

1.3. Les maths en SES : un outil indispensable à la mise en œuvre d'un raisonnement hypothético-déductif

Il faut habituer les élèves à travailler avec les mathématiques en sciences sociales. Et ce n'est pas évident a priori compte tenu de ce qu'on a pu dire plus haut concernant le rapport aux mathématiques des élèves de la série ES. Mais c'est important pour au moins deux raisons : - tous les élèves qui poursuivront des études en sciences sociales (sciences économiques aussi bien que sociologie ou psychologie sociale) seront confrontés à l'usage des mathématiques. Il est préférable de les y préparer au niveau du lycée ;

- il s'agit de faire évoluer l'épistémologie, le plus souvent implicite des élèves, qui oscille entre un fétichisme mathématique (c'est scientifique puisque c'est mathématique) et un certain relativisme (ce qui est humain ne se met pas en équation).

De plus, si l'on pense qu'un certain nombre d'outils mathématiques sont essentiels pour aider les élèves à comprendre le monde, alors c'est le travail de plusieurs professeurs (et pas seulement du professeur de mathématiques) de les aider à assimiler ces outils et leur utilité. Les professeurs de SES ont donc à prendre leur place dans cette formation à la rigueur intellectuelle à laquelle les mathématiques peuvent contribuer.

Penser le monde, c'est toujours, à un degré ou à un autre, le formaliser. Or, une formalisation n'est pas toujours nécessairement très compliquée sur le plan technique. On aurait tort de croire qu'il s'agit là d'une proposition qui ne concerne que la science économique. De nombreuses questions de la sociologie font l'objet d'une formalisation (l'analyse des tables de mobilité sociale, l'analyse des réseaux sociaux etc.)

Il apparaît donc nécessaire d'expliquer à des élèves, en cours de sciences économiques et sociales, ce qu'est l'idée de modélisation, ce qu'est un modèle théorique, même s'il s'agit de ne former les élèves ni à l'un ni à l'autre. Mais il faut leur faire intégrer l'idée selon laquelle,

face à un problème économique et/ou social, il faut - presque toujours - construire un modèle, même extrêmement simple.

Cette idée ne va pas de soi : il y a en effet un débat qui traverse les sciences économiques et sociales, concernant le type de méthode pédagogique à adopter. Et le choix de cette méthode pédagogique n'est pas sans rapport avec le nombre et la nature des outils mathématiques à partir desquels on va travailler avec les élèves.

1.3.1. Les sciences économiques et sociales à l'origine: une méthode inductive qui nécessite essentiellement la maîtrise d'instruments de type statistique

Un débat ancien traverse les sciences économiques et sociales, celui qui concerne l'inductivisme.

Dans les instructions officielles « originelles » (celles de 1966 – 1967) en effet, il est écrit : « *L'originalité de cet enseignement est sans doute de conduire à la connaissance de nos sociétés actuelles et de leurs mécanismes, d'établir une relation jusque-là incertaine entre culture et réalités économiques et sociales (...) Développer le sens de l'observation est une première réponse. Mais l'observation peut être située à trois niveaux : observation directe (utilisation de l'expérience de l'élève, évidemment « critiquée » ou observation suscitée) ; observation indirecte par l'intermédiaire du document chiffré ; observation indirecte par l'intermédiaire d'un observateur privilégié (analyse de texte). Ainsi est-il possible de passer de l'environnement immédiat, - point d'application utile mais non exclusif de cet enseignement – à un monde moins proche.* »[22]

Dans ces instructions initiales, on parle bien d'observation des faits, mais on n'évoque pas encore l'inductivisme. Par ailleurs, il est précisé plus loin en ce qui concerne la classe de seconde : « *Dans cette perspective, le programme de la classe de seconde « les hommes, leurs besoins et leurs activités » doit permettre aux élèves :*

- *de partir, le plus souvent, d'observations directes (taille des familles, problèmes de consommation, équipements collectifs, métiers et professions), critiquées et élargies grâce à l'emploi de statistiques et au commentaire de texte ;*
- *de situer cette expérience ainsi élaborée dans un cadre de références plus général, en particulier dans le temps et dans l'espace* »[23]

Là non plus, pas de référence explicite à l'inductivisme, et pourtant, la démarche présentée relève bien d'une démarche inductive. On peut en effet définir l'induction, d'une manière générale, en disant qu'elle « *consiste à formuler des lois ou des propositions par généralisation d'observations ou d'expériences singulières* »[24]. Ou encore la méthode inductive, par la définition suivante : « *La méthode inductive consiste à formuler des énoncés généraux (lois) à partir d'énoncés d'observation formulés sans grille théorique préalable*»[25].

Par contre, dans les Instructions officielles de 1981 – 1982, le langage évolue : « *L'enseignement économique et social correspond à plusieurs ordres d'enseignements supérieurs et de recherche, possédant leur problématique, leur code, leurs méthodes propres, et ne prétend par conséquent, en aucune façon, constituer une propédeutique obligatoire et exclusive à aucun d'eux. (...) C'est pourquoi s'associe tout naturellement, et s'est effectivement associée, dès l'origine, à ce caractère interdisciplinaire d'un enseignement dont*

---

[22] *Instructions relatives à l'enseignement des faits économiques et sociaux, classes de seconde et de première*, Circulaire N° IV 67 – 416 du 12 octobre 1967.

[23] Id.

[24] BEITONE ALAIN, CAZORLA A. DOLLO C. ET DRAI A.-M. (2001, à paraître) – *Dictionnaire des sciences économiques*, Armand Colin.

[25] Id.

l'unité est essentiellement didactique, la pratique d'une pédagogie active reposant pour une bonne part sur l'emploi de méthodes inductives. »[26]

Si l'on s'inscrit dans le cadre de cette méthode pédagogique, alors le type d'outils mathématiques que l'on va utiliser, pour travailler avec les élèves, seront essentiellement des indicateurs destinés à quantifier un certain nombre de phénomènes et facilitant la description de leur évolution : on utilisera ainsi les indicateurs statistiques tels qu'il sont présentés dans les référentiels évoqués plus haut. On travaillera avec des proportions, des taux de croissance, des indicateurs de dispersion, etc. On travaillera ainsi sur des outils permettant essentiellement de quantifier « les faits » à partir desquels on cherche à dégager ces lois générales ….

La critique de l'inductivisme est un point acquis pour la plupart des épistémologues. G. Bachelard[27] ou K. Popper[28] se sont illustrés dans cette critique Pour le premier l'accès à la connaissance scientifique suppose la rupture avec l'expérience première : il faut partir des problèmes, non des faits « rien ne va de soi, rien n'est donné, tout est construit »[29]. Pour Popper, qui reprend les critiques de D. Hume, il y a une inconsistance logique de l'induction : la démarche scientifique consiste à formuler des conjectures et à les soumettre à réfutation.

1.3.2. Une méthode hypothético-déductive qui fait appel à la modélisation

A l'opposé, un certain nombre de professeurs de sciences économiques et sociales, pensent que l'on peut fonder les SES sur une démarche hypothético-déductive : « *la démarche hypothético-déductive est fondée sur l'idée que notre compréhension du réel dépend des questions que nous formulons (et non d'un illusoire enregistrement sans a-priori de faits bruts). La démarche hypothético-déductive souligne la fécondité du débat scientifique, alors que l'empirisme et le positivisme dérivent facilement vers le scientisme et l'affirmation de "vérités" indiscutables puisque fondées sur les "faits"* »[30].

Pour autant, l'adhésion à une démarche de type hypothético-déductif, ne signifie pas adhésion sans réserve aux normes actuelles de la production scientifique en économie. La mathématisation à outrance et le refus de la confrontation au réel peuvent être contestés, car « *les modèles théoriques, même les plus abstraits, n'ont d'intérêt qu'à travers leur portée heuristique* »[31]. On ne doit donc par faire l'impasse sur la confrontation au réel. Mais cette confrontation n'est pas chose aisée.

E. Malinvaud par exemple, s'intéresse plus précisément à ce qu'il nomme la « validation inductive » : elle consiste à chercher à valider une hypothèse en la confrontant à des observations. Il développe l'idée, à propos de cette validation inductive, qu'il existe des handicaps particuliers dont souffre l'économie. Notamment, écrit-il, « *les preuves y ont moins de force qu'en physique par exemple* »[32]. Il existe ainsi une faiblesse des preuves factuelles en économie, pour deux raisons essentielles :

- Les observations ont, en économie, un contenu informatif relativement pauvre par rapport à ce qu'on voudrait connaître.

---

[26] Instructions officielles, arrêtés du 26 janvier 1981 et du mars 1982.
[27] Bachelard G. : (1938/1983) : La formation de l'esprit scientifique, Paris, Vrin
[28] POPPER K. (1934/1973) – *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.
[29] Bachelard G., op. cit. (p. 14)
[30] BEITONE A. (1997) – Le débat sur l'inductivisme en sciences économiques et sociales : enjeux manifestes, *Skhôlé, Cahiers de la recherche et du développement*, IUFM d'Aix-Marseille, N° 6, p. 59.
[31] Id. p. 61.
[32] MALINVAUD E. (1993) – *Voies de la recherche macroéconomique*, Paris, Seuil, Coll. Points, p. 355.

- La discipline économique est jeune, tout spécialement dans son recours à l'observation systématique, et cela explique selon lui la nature relativement approximative de nombreux raisonnements.

« *Donner des preuves factuelles qui emportent la conviction de la collectivité des savants et fondent ainsi une connaissance qu'on puisse qualifier d'objective, requiert une persévérance toute particulière et peut même, dans des cas importants, s'avérer longtemps impossible* »[33].

Cela nous amène à l'idée selon laquelle, dans un enseignement de sciences économiques et sociales, on doit amener les élèves à prendre conscience de « *l'importance et des limites des conjectures théoriques, de la fécondité des débats qui résultent de regards différents sur le réel* »[34].

Comment une telle démarche peut-elle se traduire dans la pratique de la classe ?

Soulignons tout d'abord qu'il ne s'agit évidemment pas de faire travailler les élèves sur la technique de la modélisation économétrique, ni sur des versions très sophistiquées des modèles microéconomiques. On peut par contre avec des outils simples et dont certains sont ludiques donner une formation intellectuelle : celle qui consiste à formuler des conjectures et à les modéliser ; ou encore celle qui consiste à utiliser un modèle pour en montrer les fondements théoriques et les limites.

Quelques exemples pour illustrer cette démarche :

- l'étude du multiplicateur de crédit pour décrire le mécanisme de la création de monnaie (concept de limite d'une suite convergente) permet à partir d'une situation simple et d'un exemple arithmétique de montrer que le modèle (qui n'est pas réaliste, puisqu'aucun banquier n'utilise ce type de modèle pour décider d'accorder des crédits) permet de rendre compte du pouvoir de création monétaire des banques. Mais le pouvoir explicatif repose sur une hypothèse de comportement forte (les banques ne créent de la monnaie que lorsqu'elles disposent d'un avoir excédentaire en monnaie centrale), la remise en cause de cette hypothèse conduit à adopter une autre modèle (celui du diviseur) plus compatible avec l'idée selon laquelle la monnaie a un caractère endogène.
- L'étude de la décomposition des facteurs explicatifs de la population active (le tableau correspondant se trouve dans tous les manuels de seconde) permet de former les élèves au raisonnement « toutes choses égales par ailleurs » (on indique aux élèves quelle serait la variation de la population active si elle n'était influencée que par le taux d'activité des femmes ou que par l'immigration ou que par le solde naturel etc.
- L'étude du modèle du producteur ou du consommateur néo-classique.

Il faut insister sur le fait que l'on dispose d'outils informatiques (par exemple le jeu Poleco, conçu d'abord sous forme papier par Gaston Olive l'un des auteurs du célèbre modèle de l'INSEE : Zogol). Cet outil informatique permet aux élèves de tester, à propos d'une économie imaginaire, telle ou telle mesure de politique économique et d'en voir les effets. La formation des élèves doit aller jusqu'à une réflexion sur la nature du modèle (keynésien dans ce cas) qui explique une bonne part des résultats (c'est la logique de la demande qui prévaut).

Tous ces exemples correspondent à des pratiques de classe comme en attestent les manuels et les publications professionnelles. Ce qui est important c'est de former les élèves à l'idée qu'un modèle est un instrument d'investigation simplificateur et provisoire. Il ne s'agit jamais

---

[33] Id. p. 357.

[34] BEITONE A. (1997) – Le débat sur l'inductivisme en sciences économiques et sociales : enjeux manifestes, *Skhôlé, Cahiers de la recherche et du développement*, IUFM d'Aix-Marseille, N° 6, p. 61.

d'adhérer à un modèle, ni de lui faire dire plus ou autre chose que ce qu'il dit. Walras[35] lui-même par exemple précisait que son modèle d'économie politique pure correspondait à des conditions « hypothétiques » de concurrence parfaite. Il n'a jamais prétendu que la réalité était conforme à ces hypothèses.

2. TPE Maths - SES : un autre moyen de réconcilier les élèves de SES avec les maths ?

Les TPE semblent fournir une occasion supplémentaire d'établir cette relation entre les mathématiques et les sciences économiques et sociales.

Les TPE Maths-SES peuvent déjà être un moyen de découvrir (ou de redécouvrir), pour les élèves, qu'il y a des « points communs » dans les programmes de mathématiques et de sciences économiques et sociales. En effet, certains enseignants font parfois le constat, voire même déplorent, que les élèves ont une forte propension à fonctionner de façon cloisonnée : les disciplines seraient ainsi autant de tiroirs que l'on referme à la fin du cours.

Deux thèmes semblent particulièrement intéressants pour le croisement de deux disciplines comme les mathématiques et les sciences économiques et sociales : « La presse écrite », et « Réalité et impact des indicateurs chiffrés ».

2.1. La presse écrite

2.1.1. Le travail sur la presse écrite : une formation à l'esprit critique

Travailler avec des élèves sur la presse écrite, peut être l'occasion de leur expliquer qu'il faut connaître à la fois suffisamment les mathématiques et l'économie ou les sciences sociales pour qu'on ne soit pas trompé par des présentations maladroites (volontairement ou non) qui faussent la réalité. Sylviane Gasquet – More, dans le premier chapitre de son ouvrage, donne un exemple (volontairement caricatural) qui montre qu'il faut être vigilant par rapport à la publication de chiffres parfois « bizarres » : « *devinez qui sont les utilisateurs de préservatifs désormais ? Il s'agit d'hommes dans 68% des cas, nous informe une étude citée par Le Nouvel Observateur du 29 novembre 1994. Les 32% seraient donc des utilisatrices ? Bizarre, bizarre ...En fait, une note de bas de page faisait comprendre que le journaliste voulait parler des acheteurs et non des utilisateurs. Nuance !* »[36]. Bien sûr, sur un tel exemple, la confusion est peu probable. Cependant, il existe de nombreux cas, dans lesquels « l'erreur » ne peut pas être repérée aussi facilement.

Le travail sur la presse écrite ne doit pas nécessairement se limiter à un travail sur les statistiques publiées dans cette presse. Mais une partie du travail sur ce thème, dans l'optique d'un croisement de deux disciplines comme les mathématiques et les SES peut s'inscrire dans cette perspective : quelles statistiques dans la presse écrite ?

Ce qui peut orienter la réflexion dans deux sens :

- comment les chiffres ont-ils été obtenus ?
- quel sens donner au résultat ? Quelle signification attribuer à ces chiffres ? Comment sont-ils analysés dans la presse elle-même ? Un même chiffre a-t-il un sens différent pour deux journalistes publiant leur analyse dans des organes de presse différents ?

---

[35] On sait que L. Walras ne put jamais enseigner l'économie politique en France parce que ceux qui contrôlaient l'enseignement de l'économie à l'époque (et qui étaient très libéraux) condamnaient le recours aux mathématiques en sciences économiques.

36 GASQUET - MORE S . (1999) -- Plus vite que son nombre ; déchiffrer l'information, Paris, Seuil, p. 17

Pour ce qui concerne le premier point, on pourra attirer l'attention, avec J. L. Besson, sur le fait qu' *« il faut renoncer à cette conception des statistiques comme mesure (photographie), et admettre que nous sommes devant une observation (modélisation) : on ne peut rien comprendre sans étudier le processus d'observation statistique »*[37]. C'est ainsi par exemple que l'association pénombre se présente, en écrivant : « *Les nombres sont des êtres sociaux, résultats d'une construction dont il vaut mieux connaître le maçon et l'entreprise. Pour que les nombres commencent à prendre sens, il faut connaître les définitions, les concepts utilisés. Sans être spécialiste, on peut se poser quelques questions sur les méthodes de collecte de l'information.* »[38]

Le travail sur les statistiques dans la presse écrite peut également être l'occasion de réfléchir au résultat publié.

On peut notamment réfléchir aux « pièges de la subjectivité », en montrant que les statistiques dépassent les particularités individuelles. On peut également réfléchir à la notion de moyenne, notion présente dans les deux programmes de mathématiques et de SES en classe de première. J.L. Besson donne une anecdote pour insister sur cette vigilance : « *Pendant longtemps, en Italie, une boutade exprimait l'incrédulité à l'égard de la démarche statistique : soit deux hommes affamés auxquels on donne un poulet rôti. Le premier s'en empare et le dévore entièrement. En moyenne, chacun a eu un demi-poulet.* »[39]. Plus sérieusement, ce travail sur la moyenne peut entraîner une réflexion sur la notion d'effet de structure.

2.1.2. Un exemple de « perle » relevée dans la presse écrite : violences conjugales et contrôle social

En première page du Monde, un titre : « *En France, une femme sur dix est victime de violences conjugales* ». Fichtre !

Lorsqu'on lit l'article[40], on peut déjà relativiser ce chiffre : en fait, « l'enquête nationale sur les violences envers les femmes en France » (Enveff) a été réalisée par téléphone, du 3 mars au 17 juillet 2000, auprès d'un échantillon représentatif de 6970 femmes de vingt à quarante-neuf ans questionnées anonymement. Donc déjà, ce n'est plus une femme sur dix en France qui est victime de violences, mais plus que 10% de la population féminine de 20 à 59 ans interrogée. Ca change tout !

Et quand on lit encore un peu plus loin l'article, on trouve une citation des chercheurs de l'IDUP[41], de l'INED[42], du CNRS et de l'Inserm qui ont mené l'enquête : « *une femme en couple sur dix vit une relation de couple qui atteint gravement sa personne, la maintenant dans un état de dépendance, de tension permanente, voire de peur qui oblitère aussi ses possibilités d'intégration sociale* ». Et là, on comprend bien la différence. Il s'agit donc d'une femme sur dix, vivant en couple et âgée de 20 à 59 ans.

---

[37] BESSON J.-L. (1992) – Les statistiques : vraies ou fausses ?, dans Autrement (1992) – *La cité des chiffres, ou l'illusion des statistiques*, Paris, Autrement, N° 5, pp. 26 –69.

[38] Association créée en juillet 1993. Elle a pour objet de développer un espace de dialogue sur l'emploi des nombres notamment dans le champ pénal à sa création. Son site internet est visible à l'adresse : http://www.unil.ch/penombre/index.html

[39] BESSON J.-L. (1992) – Les statistiques : vraies ou fausses ?, dans Autrement (1992) – *La cité des chiffres, ou l'illusion des statistiques*, Paris, Autrement, N° 5, p. 34.

[40] KREMER P.-- « En France, une femme sur dix est victime de violences conjugales », Le Monde, vendredi 8 décembre 2000, pp. 10 - 11

[41] Institut de démographie de l'Université Paris I

[42] Institut national des Etudes Démographiques

En cherchant un peu, on peut trouver le nombre de femmes âgées de 20 à 59 ans[43] : 15 978 674 au 1er janvier 2000, pour une population féminine totale de 30 386 065. Soit 52,58% de femmes âgées de 20 à 59 ans dans la population féminine totale.

Si on retenait ne serait-ce que l'idée d'une femme sur dix parmi ces femmes-là, ça ne ferait déjà plus qu'un pourcentage de 5,26% de femmes. On pourrait donc seulement dire, « en France, une femme sur vingt est victime de violence conjugale ». Mais, en outre, ce ne sont que les femmes vivant en couple qui sont concernées. Or, il est assez difficile de trouver des chiffres relatifs à la situation familiale, par âge. On arrive à trouver des chiffres globaux. Par exemple, dans les résultats de l'enquête-emploi de 1999 (Insee), on donne les chiffres de 4411872 femmes vivant seules et 1444921 femmes vivant seules avec leurs enfants, soit un total de 5856793. Même si on prenait ce chiffre, en sachant qu'il inclut sans doute quelques femmes âgées de moins de 20 ans ou de plus de 59 ans, on aurait donc, au maximum, 63 % de femmes âgées de 20 à 59 ans vivant en couple, soit 10066564. 10 % de ce chiffre donne : 1006656,4, soit finalement seulement, 3,1% de la population féminine totale.

Ainsi de « En France, une femme sur dix est victime de violences conjugales », on passe à « En France, 3,1% (une femme sur trente) de femmes sont victimes de violence conjugale ». Certes, ce chiffre reste très important et ce type de violence doit être combattu, mais les réalités sont donc moins affolantes que ce qui était titré. (Libération titre de même : « une femme sur dix en enfer conjugal »[44]). On a ainsi, en peu de temps, « sauvé » 2 031 950 femmes de « l'enfer conjugal » !

Ce thème entre tout à fait dans le cadre du programme de SES de première ES, notamment dans le thème du contrôle social.

Pour les chercheurs de l'enquête « *les effets de la domination masculine se font encore sentir* » : « *la violence masculine peut être analysée comme un mécanisme fondamental du contrôle social des femmes, la violence subie par les femmes exprimant leur position de dominées. Ce qui n'exclut pas qu'elles exercent elles-mêmes certaines formes de violence. Ce qui ne signifie pas non plus que la violence masculine est inéluctable* »[45].

2.1.3. Une autre utilisation possible de la presse écrite à l'approche des élections municipales : les sondages d'opinion

L'opinion publique est en effet un des « sous-thèmes » proposés dans le thème « La presse écrite » pour la première ES.

Les élections municipales de mars 2001 peuvent en effet être l'occasion de faire travailler les élèves sur la question des sondages d'opinion.

Comment construit-on un échantillon ? les deux méthodes pourront ainsi être présentées par les élèves :

- méthode probabiliste ou aléatoire (avec construction d'intervalles de confiance)
- méthode des quotas

Les élèves pourraient ainsi comparer différents sondages électoraux, leur base de sondage, leur type d'échantillon, les résultats ….

Pour une présentation rigoureuse de ces deux méthodes, on pourra notamment se reporter à l'ouvrage de R. Cayrol[46].

Ce travail peut d'ailleurs être une nouvelle occasion d'insister sur l'importance de la modélisation en sciences sociales. En effet, la méthode des quotas par exemple, a pour

---

[43] Population totale par sexe et âge au 1er janvier 2000, Source : Site internet de l'Ined : http://www.ined.fr

[44] GROSJEAN B. – Une femme sur dix en enfer conjugal, *Libération*, jeudi 7 décembre, p. 21.

[45] Le Monde, vendredi 8 décembre, p. 10.

[46] CAYROL R. (2000) -- *Sondages mode d'emploi*, Paris, Presses de Sciences Po., p. 46 – 55.

principe d'éviter le hasard et de procéder à des choix raisonnés : on fabrique un modèle réduit de la population selon divers critères : âge, profession, type d'habitat, diplôme, etc, … , et l'on étudie ce modèle réduit. Pour J.-L. Besson, *« l'inférence repose sur l'hypothèse suivante : les variables de sélection structurent effectivement les opinions. (…) le problème est donc dans la pertinence des variables.* »[47] . Le choix des variables relève donc bien de la modélisation, dans la mesure où il a fallu faire un certain nombre de choix, et s'interroger sur la pertinence de ces choix. Va-t-on retenir la variable âge par exemple ? Oui si l'on considère que la variable âge est une variable sociologique pertinente. Mais de nombreux sociologues montrent notamment qu'il faut croiser cette variable âge, qui peut être effectivement un critère de différenciation sociale, avec d'autres variables, comme le sexe et /ou la PCS si l'on veut véritablement pouvoir expliquer un certain nombre de comportements des agents, comportements politiques notamment.

2.2. Réalité et impact des indicateurs chiffrés

2.2.1. Un thème important pour comprendre l'idée de construction sociale des indicateurs

Ce thème est important pour aider les élèves à comprendre les notions de convention et de construction sociale des indicateurs économiques et sociaux. En effet, A. Desrosières écrit : « *avant d'être un nombre, l'indicateur est un énoncé sur la société. C'est bien pour cela que des nombres en apparence comparables, mais produits à des époques ou pour des pays différents, peuvent n'avoir que peu en commun, même pour un indicateur aussi apparemment « évident » que celui de la population, sans parler des classes sociales, du taux d'activité ou de la criminalité. La question de la genèse des indicateurs est donc celle de la genèse sociale d'objets jugés sociaux, c'est-à-dire susceptibles d'être pensés, et donc mesurés, en tant que tels* »[48]. Cet auteur insiste ainsi sur la notion de convention qui préside à la construction d'indicateurs économiques et sociaux. Pour lui, « *une histoire des indicateurs statistiques devrait donc être une histoire de tels objets : au XIXème siècle, le chômage ou la population active n'en faisaient pas partie, alors que, de nos jours, ils sont parmi les plus importants (…) C'est parce qu'il y a une action, sur et dans la société, à mener, à coordonner ou à combattre, que des indicateurs sont produits et exhibés* ».

Prenons justement l'exemple du chômage. A. Desrosières, dans un autre texte, explique en effet que pendant le XIXème siècle, on assiste à une évolution de la façon dont la loi et l'Etat codifient la vie économie ; selon lui, « *un des aspects les plus marquants de cette évolution est la construction sociale, institutionnelle, et enfin statistique, d'un objet nouveau qui va peu à peu remplacer celui de pauvreté : le chômage est inconcevable en l'absence d'un statut de salarié liant et subordonnant le travailleur à l'entreprise* »[49].

C'est en fait R. Salais dans son ouvrage « *L'invention du chômage* » [50], qui souligne le fait que le chômage n'est pas une catégorie immuable, mais un phénomène historique, daté, et qui évolue au gré des représentations du travail et du non travail. La genèse du chômage comme catégorie se produit, en France comme dans la plupart des pays industrialisés, à la fin du XIXème siècle. Le chômage ne peut en effet naître que dans des formes spécifiques

---

[47] BESSON J.-L. (1992) – Les statistiques : vraies ou fausses ?, dans Autrement (1992) – *La cité des chiffres, ou l'illusion des statistiques*, Paris, Autrement, N° 5, pp. 31 – 32.

[48] A. DESROSIERES, dans DUPOIRIER E., J.-L PARODI (éds.) : *Les indicateurs socio-politiques aujourd'hui*, Paris, L'Harmattan, 1997.

[49] A. DESROSIERES : *La politique des grands nombres, histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte, 2ème édition, 2000, page 312.

[50] SALAIS R. , BAVEREZ B. et REYNAUD B. : *L'invention du chômage*, PUF, 1986.

d'organisation sociale, caractérisées par la généralisation du salariat comme forme dominante de mise en œuvre du travail rémunéré. Dans ce cadre, le travailleur ne dispose pas d'autre possibilité de participation au travail social, et donc de source de revenu, que l'obtention d'un emploi salarié. Le chômage se différencie alors progressivement, dans le vocabulaire économique et dans celui du syndicalisme, des autres formes d'absence de travail (morte-saison, invalidité, maladie).

L'identification du chômage en tant que « statut » social et institution statistiquement mesurable ne se réalise que progressivement. L'indicateur chiffré « nombre de chômeurs » n'apparaît en effet qu'à la fin du 19ème siècle. Car cette apparition suppose une double condition :

- l'impossibilité de repli sur des activités de type « pré capitaliste » ou sur des formes de travail domestique ;
- l'apparition d'institutions spécialisées, bureaux de placement ou mécanismes d'assurance-chômage, qui créent un intérêt à se déclarer comme chômeur. En effet aussi longtemps que les chômeurs sont privés de tout droit et de tout revenu, aussi longtemps qu'ils sont victimes d'un opprobre social qui les désigne comme paresseux ou incapables, ils n'ont aucun avantage à faire reconnaître leur situation. Une large partie d'entre eux cherchera des palliatifs dans des statuts non salariés ou encore, en l'absence de possibilités d'emploi, se maintiendra formellement dans la population inactive (jeunes et femmes).

On dispose ainsi de nombreuses descriptions de la situation des chômeurs au XIXè siècle, mais il n'existe aucune mesure statistique satisfaisante durant cette période.

C'est dans le recensement de 1896, qu'on trouve pour la première fois une série de questions permettant d'isoler les "chômeurs". Dans ce recensement, la mesure du chômage passe par la combinaison de deux critères, l'âge et la durée de la suspension de travail.

Elle repose sur l'idée que la suspension de travail doit être temporaire pour être du chômage. Le texte du recensement de 1901, notamment indique : « *en général, les personnes déclarées sans emploi depuis plus d'un an ne sont pas de véritables chômeurs; sauf exception, tel le cas de longue maladie, les salariés restant sans emploi depuis plus d'un an ont souvent renoncé à travaillé ou bien disposent de ressources qui permettraient de les ranger dans une autre catégorie que celle des employés ou ouvriers proprement dits* ». On voit bien là l'évolution d'un tel indicateur, car on définit plus les chômeurs de la même façon aujourd'hui, et on a même créé un indicateur « spécial » en France, une nouvelle catégorie statistique, qui est justement celles des « chômeurs de longue durée » (au chômage justement depuis plus d'un an. Il existe une littérature sur la question de l'Employabilité des chômeurs de longue durée, sur le type de mesures à mettre en œuvre pour faciliter leur réinsertion dans la société etc.

De la même façon, la définition du chômage a évolué et le Bit le définit aujourd'hui à partir de trois critères qui sont :

(1) "sans travail"

(2) "disponibles pour travailler"

(3) "à la recherche d'un travail", c'est à dire qui ont pris des dispositions spécifiques au cours d'une période récente spécifiée pour rechercher un emploi.

Il est important de connaître ces conventions lorsqu'on travaille sur les chiffres du chômage, car elles permettent de prendre la véritable mesure du phénomène ; En effet quand on connaît le caractère très « restrictif » du critère 1) (puisqu'il faut ne pas avoir travaillé ne serait-ce qu'une heure durant la période de référence pour être classé dans la catégorie des « sans-travail »), et qu'on sait qu'il y a malgré tout près de 2 200 000 chômeurs au sens du BIT aujourd'hui, on peut mesurer l'ampleur du chômage en France, même s'il a amorcé une décrue .

2.2.2. Un exemple de remise en cause des indicateurs traditionnels : l'indice des prix

La mesure de l'évolution des prix des biens et des services, est, en France, synthétisée dans un indice, l'Indice des prix à la consommation de l'Insee (l'IPC). C'est cet indice qui est le plus suivi, qui tient lieu de référence pour les décisions des agents et des autorités publiques. Il a vocation à mesurer l'évolution du prix d'un panier de biens et services censé représenter la consommation finale des ménages. Considéré comme un indicateur des tensions inflationnistes, il guide les décisions de politique économique et c'est l'un des critères de convergence énoncé par le traité de Maastricht pour accéder à l'UEM. C'est sur lui que sont indexés les tranches d'imposition, le SMIC, les pensions de retraite et d'invalidité et les prestations familiales, ainsi que, de façon parfois moins automatique, de nombreux contrats privés (salaires, loyers, pensions alimentaires …).

Cet indicateur est d'ailleurs également significatif du fait qu'il est nécessaire d'établir des conventions : « *Il est donc essentiel que sa légitimité scientifique, c'est-à-dire sa capacité à être une référence pertinente pour tous les agents, ne soit pas discutable. Or, le propre d'un indice des prix est de résumer en un chiffre unique l'évolution d'une multiplicité de prix, caractéristique d'une économie de marché. Cette opération complexe repose nécessairement sur des conventions qui, parce qu'elles résultent d'arbitrage, suscitent des débats récurrents* »[51].

Trois conventions notamment à l'origine de la construction de l'IPC :

- La période de référence choisie est la période initiale : on construit donc un indice de Laspeyres.
- La deuxième convention est celle qui a trait au choix des biens et services entrant dans la composition du panier. En France on est ainsi passé d'un indice de 34 articles en 1914 à un indice de 265 postes en 1993. Aujourd'hui, plus de 90% des dépenses de consommation sont couvertes par l'IPC.
- La dernière convention porte sur la définition du ménage consommateur, dite population de référence. L'IPC en France était, jusqu'en 1993, calé sur la consommation des familles puis des ménages urbains dont le chef est ouvrier ou employé. Constatant que les structures de consommation avaient tendance à s'homogénéiser, l'INSEE calcule l'IPC depuis 1993 à partir de la consommation de l'ensemble des ménages, tout en publiant l'ancien indice qui continue de servir de référence pour certaines indexations.

La remise en cause de cet indicateur porte aujourd'hui sur le fait qu'il surestime peut-être l'inflation, avec toutes les conséquences que ce la peut avoir en terme Or, une surestimation de l'inflation peut entraîner un certain nombre de conséquences économiques et sociales ; par exemple, le SMIC, indexé sur l'IPC, sera augmenté, de même que d'autres revenus qui pourraient être indexés. Cela peut accroître le déficit budgétaire par exemple pour les revenus des agents de l'Etat. Ou, le fait d'indexer certaines prestations sur le rythme de l'inflation, conduit notamment à augmenter les dépenses publiques à un rythme supérieur à celui de l'inflation réelle. L'enjeu est donc important …

En outre, un IPC surestimé conduit à sous-estimer la croissance économique. En effet, le taux de croissance du PIB réel est calculé en déflatant par l'indice des prix….

Cette remise en cause a été initiée par la publication d'un rapport aux USA, le rapport Boskin. Mais en fait, selon l'Insee la surestimation de l'inflation aux USA tient surtout à des imperfections méthodologiques et statistiques auxquelles la France échappe largement…

---

[51] COMMELIN B. (1998) – L'indice des prix , dans Cahiers français -- *Les indicateurs économiques en question*, Paris, La Documentation française, N° 286, mai-juin 1998, p. 35

D'où l'importance des outils dans la construction des indicateurs, de leur connaissance, de leur maîtrise et de la rigueur méthodologique …

Conclusion

Le débat sur la question de la relation entre les mathématiques et les sciences économiques et sociales n'est donc pas seulement technique ou pédagogique. Il ne s'agit pas non plus d'une question de partage de « territoire » entre des disciplines.

Il s'agit bien d'un problème social, politique.

L'information aujourd'hui est de plus en plus souvent une information chiffrée. L'exemple récent de Lundi 11 décembre (Franc Infos): 2 bovins sur 1000 atteints d'ESB. (en fait 2/1000 des bovins morts accidentellement) Comment les citoyens peuvent-ils apprécier la portée de cette information ? Est-ce beaucoup, pas beaucoup ?

Un autre exemple : la mesure des prélèvements obligatoires : environ 48% du PIB en France aujourd'hui . Est-ce beaucoup ou pas beaucoup ? Comment sont-ils calculés ? Selon que l'on prend un indicateur ou un autre, on n'aura pas la même impression sur le poids de l'Etat dans l'économie.

Pour l'école, il existe un enjeu décisif : produire des citoyens aptes à déchiffrer cette information quantitative et disposant d'une culture suffisante dans les différentes sciences sociales pour pouvoir mettre cette information en perspective. Une collaboration entre les mathématiques et les sciences économiques et sociales ne peut être, de ce point de vue-là, que fructueuse !

Références bibliographiques

- ARCHIMARD G. et GUERRIEN B. (1988) -- *Analyse mathématique pour économistes*, Paris, Economica, 1988.
- Autrement (1992) – *La cité des chiffres, ou l'illusion des statistiques*, Paris, Autrement, N° 5, septembre 1992.
- BEITONE A. (1997) – Le débat sur l'inductivisme en sciences économiques et sociales : enjeux manifestes, *Skhôlé*, Cahiers de la recherche et du développement, IUFM d'Aix-Marseille, N° 6, pp. 55 – 69.
- BEITONE A., CAZORLA A. DOLLO C. ET DRAI A.-M. (2001, à paraître) – *Dictionnaire des sciences économiques*, Paris, Armand Colin, à paraître (Avril 2001)
- BEITONE A., DECUGIS-MARTINI M.-A. ET LEGARDEZ A. (1995) – *Enseigner les sciences économiques et sociales*, Paris, Armand Colin.
- BEITONE A., DOLLO C. GERVASONI J., LE MASSON E. ET RODRIGUES C. (2000) – *Aide-mémoire de Sciences sociales*, Paris, Sirey, 2ème édition.
- BESSON J.-L. (Dir.) (1992) – *La cité des chiffres ou l'illusion des statistiques*, Paris, Autrement, série Sciences en société, N° 5, septembre 1992.
- BOURSIN J.-L. (1991) -- *Comprendre la statistique descriptive*, Armand Colin, Coll. Cursus.
- CAHIERS FRANÇAIS (1998) – *Les indicateurs économiques en question*, Cahiers français, Paris, La Documentation française, N° 286, mai – juin 1998.
- CAYROL R. (2000) – *Sondages mode d'emploi*, Paris, Presses de Sciences Po.
- DESROSIERES A. (2000) – *La politique des grands nombres, histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte, 2ème édition.

- DOLLO C. et LUISET B. (1998) -- *Sciences Economiques : des concepts aux outils mathématiques*, Paris, Hachette, Coll. HU, septembre.
- DUPOIRIER E., J.-L PARODI (éds.) (1997) – *Les indicateurs socio-politiques aujourd'hui*, Paris, L'harmattan.
- FERREOL G. et SCHLACTHER D. (1995) -- *Dictionnaire des techniques quantitatives appliquées aux sciences économiques et sociales*, Paris, Armand Colin, Coll. U.
- GASQUET-MORE S. (1999) -- *Plus vite que son nombre ; déchiffrer l'information*, Paris, Seuil.
- GUERRIEN B. (1991) – *Initiation aux mathématiques, sciences économiques et sociales*, Paris, Economica,, 2ème éd.
- GUESNERY R. (1995) – La modélisation en économie théorique : évolution et problèmes, dans AUTUME (D') A. et CARTELIER J. (Eds.) – *L'Economie devient-elle une science dure* ?, Paris, Economica, 92 – 98.
- KLOTZ G. (1998) – *Mathématiques pour les sciences économiques et sociales, Algèbre 1. Cours et exercices*, Paris, PUF, Coll. Major.
- LEONTIEF W. (1969) – Quelques réflexions du professeur Leontief sur la science économique, extrait, *Problèmes Economiques*, N° 1108, 27 mars 1969.
- MALINVAUD E. (1993) – *Voies de la recherche macroéconomique*, Paris, Seuil, Coll. Points.
- MARTIN O. – Les statistiques parlent d'elles-mêmes ; regards sur la construction sociale des statistiques, dans Club Merleau-Ponty – *La pensée confisquée*, quinze idées reçues qui bloquent le débat public, Paris, La Découverte, 1997, 173 – 191.
- MORGENSTERN O. – La science économique est-elle une véritable science ? *Problèmes économiques*, N° 2688 – 2689, mercredi 15-21 novembre 2000
- MUCCHIELLI A. (1996) – *Dictionnaires des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*, Paris, Armand Colin, Coll. U.
- POPPER K. (1973) – *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.
- SALAIS R., BAVEREZ B. et REYNAUD B. (1986)-- *L'invention du chômage*, Paris, PUF.
- SCHLACTHER D. (1990) -- *Comprendre la formulation mathématique en Economie*, Paris, Hachette, Coll. Les Fondamentaux.
- SCHLACTHER D. (1994) -- *Comprendre les mathématiques financières*, Paris, Hachette, Coll. Les Fondamentaux.
- WALLISER B. et PROU C. (1988) – *La Science Economique*, Paris, Seuil.

Sites internet

- **Pénombre** : http://www.unil.ch/penombre/index.html

Site d'une association créée en juillet 1993. Cette association a pour objet de développer un espace de dialogue sur l'emploi des nombres notamment dans le champ pénal à sa création.

Aujourd'hui, l'association a développé un véritable espace public de réflexion et d'échange sur l'usage du nombre dans les débats de société.

- **Ined** : http://www.ined.fr
- **Insee** : http://www.insee.fr